

## University of Groningen

### Low-dimensional ordering in liquid crystals.

Gramsbergen, Egbert Frederik

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

1988

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Gramsbergen, E. F. (1988). *Low-dimensional ordering in liquid crystals*. s.n.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

## SAMENVATTING

Sommige verbindingen vertonen bij verwarming boven het smeltpunt eerst één of meer tussen- of mesofasen voordat zij in de isotrope vloeistoffase overgaan. Eén van deze mesofasen is de nematische vloeibaar kristallijne fase, die hoofdzakelijk wordt aangetroffen in organische verbindingen bestaande uit langgerekte moleculen. In de nematische (N) fase van dit soort verbindingen zijn de moleculen gemiddeld met hun lange as gericht langs een voorkeursrichting, die de director ( $\mathbf{n}$ ) genoemd wordt. Verder genieten de moleculen een soortgelijke translatievrijheid als in de "gewone" isotrope vloeibare fase. In smectische fasen wordt deze oriëntatie-orde aangevuld met positie-orde, zij het niet in alle drie maar in slechts één dimensie: de moleculen zijn geordend in lagen. In smectisch-A ( $S_A$ ) fasen is er binnen deze lagen translatievrijheid zoals in een vloeistof, terwijl de director loodrecht op de lagen staat. De "lagen" moeten hierbij niet al te letterlijk worden opgevat; ze vormen in feite een tamelijk zwakke dichtheidsgolf in de distributie van moleculaire zwaartepunten.

In dit proefschrift worden eigenschappen beschreven van verschillende  $S_A$  fasen, in het bijzonder bij de  $S_A$ -N faseovergang en in de buurt van oppervlakken.

Bij de  $S_A$ -N faseovergang kan de amplitude van de smectische dichtheidsgolf continu naar nul gaan. Voor dergelijke tweede orde faseovergangen bestaan veel theoriën; deze zijn met groot succes op de meest uiteenlopende systemen toegepast. De  $S_A$ -N overgang blijft theoretici echter de nodige hoofdbrekens bezorgen. Eén van de complicaties is de koppeling van translatie- met oriëntatie-orde, die de faseovergang van tweede in eerste orde kan veranderen. Een interessant punt is juist daar, waar deze verandering plaatsvindt. Dit zogenaamde trikritische punt wordt onderzocht in hoofdstuk 3, aan de hand van de anisotropie in de brekingsindex ( $\Delta n$ ) als maat voor de oriëntatie-orde.

In een aantal gevallen blijkt er meer dan alleen een dichtheidsmodulatie van moleculaire zwaartepunten nodig om de  $S_A$  fase compleet te beschrijven. Het betreft dan moleculen met een sterke dipool aan één der uiteinden. In het algemeen hebben deze moleculen de neiging dimeren te vormen, waarbij de polaire koppen van de twee moleculen, die samen het dimeer vormen, in tegengestelde richting naast elkaar liggen. Het voor de hand liggende gevolg is een fase ( $S_{Ad}$ ) met een laagdikte die overeenkomt met de lengte van de dimeren. Uit oogpunt van pakking is de  $S_{Ad}$  fase echter

ongunstig: de dimeren  
temperaturen leiden  
hiervan is de  $S_{A2}$   
getrokken, zodat de  
uit twee in tegenge  
varianten mogelijk w  
een regelmatige ree  
in de vorm van diffu

Het onderzoek a  
van dit proefschr  
tussen de  $S_{A1}$  fase  
bij polaire molecu  
letten) omhoog of o  
oppervlakte-Röntgen  
aangetoond dat zich  
 $S_{A1}$ -N faseovergang  
als de nematische f  
model wordt nagege  
kristal doordringen  
het materiaal kom  
materiaal (hoofds  
correlatielengtes)  
oppervlak en bulk  
oppervlak van ee  
moleculen onderzoc  
oppervlak optrede  
fase wezenlijk va

Aanvullend  
hoofdstukken 6 e  
condensatie van d  
trends te vallen.

ongunstig: de dimeren zijn in het midden te dik. Dit kan bij lagere temperaturen leiden tot een competitie met andere  $S_A$  fasen. De eenvoudigste hiervan is de  $S_{A2}$  fase, waarbij de dimeren als het ware uit elkaar zijn getrokken, zodat de structuur er één wordt van dubbellagen, die elk bestaan uit twee in tegengestelde richting gepolariseerde enkellagen. Ook zijn er varianten mogelijk waarin de structuur van dubbellagen wordt opgebroken door een regelmatige reeks van defekten ( $S_A$ ) of slechts rudimentair zichtbaar is in de vorm van diffuse Röntgenreflecties ( $S_{A1}$ ).

Het onderzoek aan de  $S_{A1}$  fase vormt de hoofdmoot van het tweede deel van dit proefschrift (hoofdstuk 4-7). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de  $S_{A1}$  fase en de gewone "klassieke"  $S_A$  fase, die ook kan optreden bij polaire moleculen, mits de dipolen willekeurig (zonder op hun burens te letten) omhoog of omlaag gericht staan. Gebruik makend van een speciale oppervlakte-Röntgenspectrometer, opgesteld bij een synchrotron, wordt aangetoond dat zich aan het oppervlak van een vloeibaar kristal met een  $S_{A1}$ -N faseovergang dubbellagen vormen. Deze dubbellagen zijn in zowel de  $S_{A1}$  als de nematische fase aanwezig. Uitgaande van een gedetailleerd moleculair model wordt nagegaan hoe diep de oppervlakte-dubbellagen in het vloeibaar kristal doordringen en hoe ze geleidelijk verdwijnen naarmate men dieper in het materiaal komt. Onderzoek van de diffuse Röntgenreflecties in het bulk materiaal (hoofdstuk 6) brengt zowel belangrijke overeenkomsten (de correlatielengtes) als verschillen (commensurabel  $\leftrightarrow$  incommensurabel) tussen oppervlak en bulk aan het licht. In hoofdstuk 7 wordt ter vergelijking het oppervlak van een "klassiek"  $S_A$  vloeibaar kristal van sterk polaire moleculen onderzocht. Het blijkt dat in dit geval geen dubbellagen aan het oppervlak optreden. Dit ondersteunt het idee dat de  $S_{A1}$  en de "klassieke"  $S_A$  fase wezenlijk van elkaar verschillen.

Aanvullend op de resultaten rond de dubbellagen worden in de hoofdstukken 6 en 7 enkele kritische exponenten bepaald behorende bij de condensatie van de enkellagen. Deze blijken redelijk binnen de bekende trends te vallen.